

APLIKASI MODUL *EVAPORATIVE COOLING* AKTIF PADA AC SPLIT 1 PK

Ahmad Wisnu Sulaiman¹, Azridjal Aziz², Rahmat Iman Mainil³

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12.5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹Sulaimanwisnu51@yahoo.com, ²Azridjal@yahoo.com, ³Rahmat.iman@gmail.com

Abstrack

The commonly used air conditioning system is the air conditioning system with vapor compression cycle. However, vapour compression cycle has an operation problem, which is the high energy consumption caused by air cooled condenser type. The condensers disadvantages is temperature will increase when ambient temperature increases, it reduced the heat rejected by condenser. This studies used evaporative cooler module on condenser inlet to reduce the entering air temperature. The module effect on standard vapour compression cycle performance was tested using experimental methods by testing the effect of water discharged (0.88, 1.04, 1.2 L/min) with the power input. The result showed standard cycle power input with 2000 W cooling load is 0.586186 kW, and the lowest power input of a modification cycle is 0.547665 kW with water discharged 1.2 L/min.

Keywords : *Evaporative Cooler, Power input, Heat rejection, Condenser*

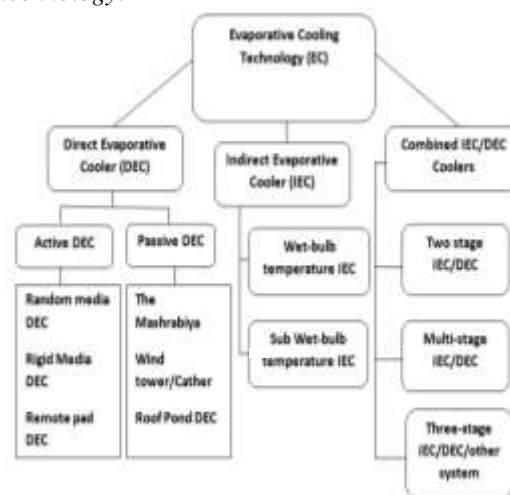
1. Pendahuluan

Lapisan ozon di atmosfer telah mengalami kerusakan yang mengakibatkan pemanasan global. Pemanasan global telah mengakibatkan temperatur dipemukaan bumi terus mengalami peningkatan dan menyebabkan cuaca ekstrim yang berdampak atmosfer bumi tidak nyaman lagi dihuni oleh manusia. Oleh sebab itu manusia terus mengembangkan teknologi pengkondisian udara untuk menciptakan atmosfer ruangan manusia yang nyaman dan sehat. Seiring dengan perkembangan teknologi pengkondisian udara manusia mulai menyadari bahwa efek penggunaan alat pengkondisian udara yang berlebihan juga menyebabkan konsumsi energi yang sangat tinggi. Saat ini siklus kompresi uap sangat dominan meskipun menggunakan energi yang sangat besar dan tidak efisien jika beroperasi pada iklim yang panas. Konsumsi energi ini meningkat drastis seiring peningkatan temperatur lingkungan [1].

Teknologi *evaporative cooler* (EC) berawal dari konsep pendinginan udara dengan media air. Dimana *evaporative pad* merupakan komponen refrigerasi yang berfungsi untuk memindahkan panas dari udara ke air atau obyek lainnya dengan cara menyerap kalor untuk proses penguapan refrigeran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan debit air terhadap kinerja AC pada *direct evaporative cooler*.

Evaporative cooling adalah suatu proses pengkondisian udara yang menggunakan penguapan air untuk mendinginkan aliran udara secara langsung maupun tidak langsung sehingga temperatur akhir *dry-bulb* maupun temperatur *wet bulb* dari aliran udara setelah melalui proses *evaporative* menjadi lebih rendah [2]. Pada Gambar

1 dapat terlihat klasifikasi *evaporative cooling technology*.

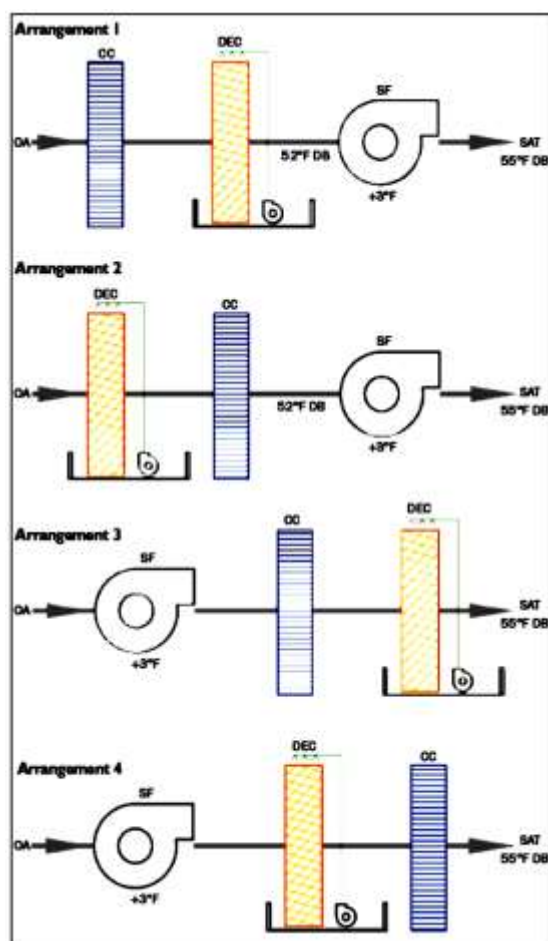


Gambar 1. Klasifikasi *Evaporative Cooler* [3]

Direct evaporative cooler (DEC) menggunakan prinsip pendinginan dengan cara mengkontakkan langsung udara masuk dengan air, sehingga terjadi perpindahan kalor dari udara ke air yang mengakibatkan proses penguapan, sehingga temperatur udara turun dan nilai kelembabannya naik. Penelitian sebelumnya oleh David Jenvrizen dilakukan kajian eksperimental terhadap penambahan media *evaporative* pada inlet udara kondensor untuk mengetahui pengaruh laju aliran terhadap performa mesin pengkondisian udara. Debit air dengan variasi (0,8, 1,04 dan 1,2) LPM menunjukkan peningkatan COP seiring peningkatan debit air menuju media evaporasi [4]. Telah dikembangkan sebuah modul *evaporative cooler* untuk diaplikasikan pada AC split 1 PK.

Penulis melakukan penelitian berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan variasi debit air sebesar 0,88, 1,04, dan 1,2 LPM pada modul evaporative cooler dan kemudian membandingkan hasil penelitian yang didapat terhadap hasil penelitian sebelumnya.

Dengan pra-pendinginan udara sebelum mencapai koil kondensor, kondensor mampu menolak panas lebih banyak. Sebagai akibatnya, kapasitas pendinginan meningkat sementara permintaan dan penggunaan energi menurun. Seiring diturunkannya suhu kondensasi [5]. Pada Gambar 2 dapat terlihat kombinasi penempatan urutan pada sistem kombinasi *Cooling Coil* (CC) dan *Direct Evaporative Cooler* (DEC)



Gambar 2. Kombinasi Penempatan Urutan Pada Sistem Kombinasi CC dan DEC [6]

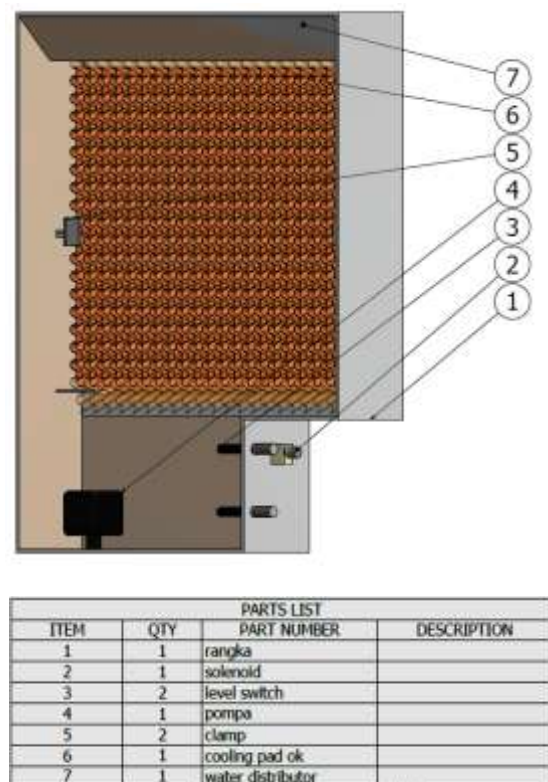
2. Metode

Metodologi dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental menggunakan AC Split 1 PK dengan penambahan modul EC untuk mengetahui perubahan temperatur udara masuk ke kondensor. Penelitian ini diawali dengan studi literatur pada penambahan EC di mesin refrigerasi siklus kompresi uap yang ditempatkan pada kondensor. Selanjutnya dilakukan pembuatan skema pengujian.

Kemudian dilakukan pengujian secara eksperimental terhadap AC split 1 PK standard dan terhadap AC split 1 PK dengan penambahan modul EC dengan variasi debit air yang telah ditentukan.

2.1 Studi literatur

Tahapan penelitian ini dimulai dengan studi literatur mengenai konsep *evaporative cooler* dan pengaplikasiannya ke AC Split. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan AC Split 1 PK dan fluida kerja HCR-22 yang ditambahkan modul *evaporative cooling* (EC) pada kondensor. Pada Gambar 3 dapat terlihat komponen-komponen pada modul EC.



Gambar 3. Modul *Evaporative Cooling*

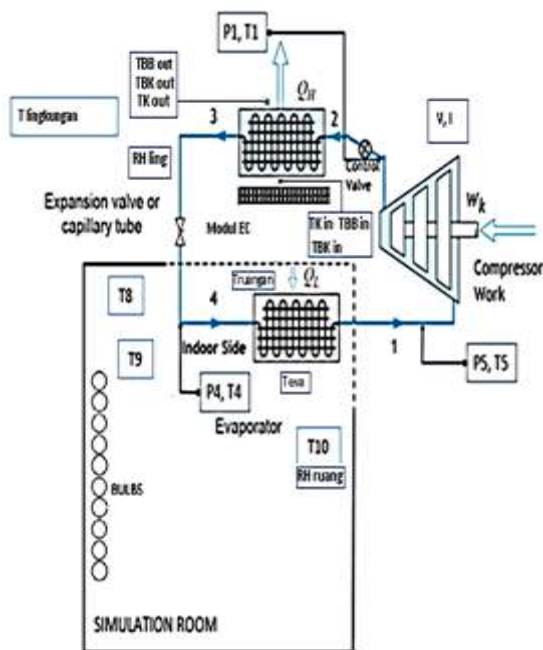
2.2 Penentuan Skematik Pengambilan Data

Data-data yang diambil adalah:

1. Temperatur keluar kompresor (T_1).
2. Temperatur evaporator in (T_4).
3. Temperatur evaporator out (T_5).
4. Temperatur Ruang uji (T_8).
5. Temperatur Ruang uji (T_9).
6. Temperatur Ruang uji (T_{10}).
7. Temperatur in udara evaporator (T ruangan).
8. Temperatur out udara evaporator (T_{eva}).
9. Kelembaban relatif (RH).
10. Temperatur lingkungan (T_{ling}).
11. Temperatur bola basah yang masuk dan keluar pada kondensor (TBB).

12. Temperatur bola kering yang masuk dan keluar pada kondensor (TBK).
13. Temperatur masuk kondensor (TKin).
14. Temperatur keluar kondensor (TKout).
15. Tekanan kompresor out (P_1).
16. Tekanan evaporator in (P_4).
17. Tekanan evaporator out (P_5).
18. Tegangan listrik.
19. Kuat arus listrik.

Skema pengambilan data ditentukan agar proses pengambilan data dapat terstruktur dan tergambar dengan jelas untuk menghindari kesalahan pengambilan data dari sisi kesalahan manusia. Pada Gambar 4 dapat terlihat skema pengambilan data dalam penelitian ini:



Gambar 4. Skematik Pengambilan Data

1.3 Pengolahan Data

Pengolahan hasil pengujian dilakukan menggunakan persamaan (2.1)-(2.4):

$$\dot{Q}_k = \dot{m} (h_2 - h_3) \quad (2.1)$$

\dot{Q}_k adalah laju pembuangan Kalor oleh kondensor

$$\dot{Q}_e = \dot{m} (h_1 - h_4) \quad (2.2)$$

\dot{Q}_e adalah laju perpindahan kalor di evaporator (kW)

$$\dot{W}_k = \dot{m} (h_2 - h_1) \quad (2.3)$$

\dot{W}_k kerja masukan kompresor (kW), \dot{m} laju aliran massa refrigeran.

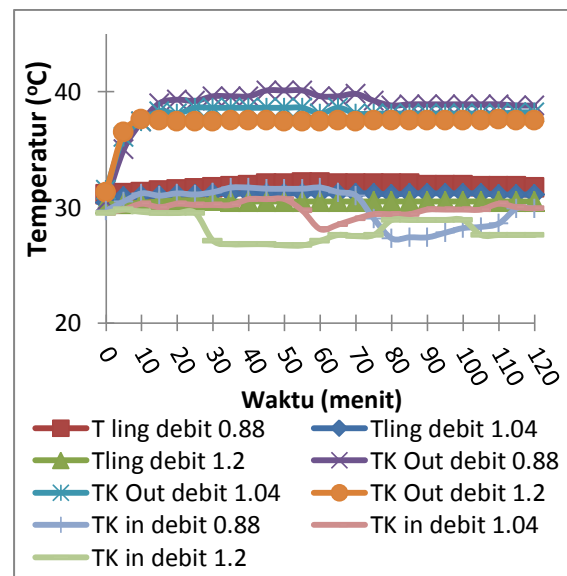
$$\varepsilon_{sat} = \frac{T_{ae} - T_{al}}{T_{ae} - T_{ae}^*} \quad (2.4)$$

T_{ae} adalah temperatur udara masuk ke sistem ($^{\circ}\text{C}$), T_{al} adalah temperatur udara keluar sistem ($^{\circ}\text{C}$), T_{ae}^* *thermodynamic wet-bulb temperature* udara masuk ($^{\circ}\text{C}$).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Grafik Tin Tout Pada Kondensor

Pada Gambar 5 dapat terlihat hasil pengujian berupa grafik temperatur masuk kondensor (T_{in}), Temperatur lingkungan (T_{ling}), dan T keluar kondensor (T_{out}). Pengujian dilakukan pada AC split dengan penambahan modul EC, debit aliran air menuju ke media pad sebesar 0,88, 1,04, dan 1,2 L/min, dan beban pendinginan sebesar 2000 W. Dari hasil pengujian dapat terlihat bahwa seiring dengan peningkatan debit air menuju media pad temperatur masuk kondensor mengalami penurunan setelah penggunaan modul *evaporative cooling*, sementara temperatur keluar kondensor meningkat. Hal ini disebabkan karena kalor udara masuk diserap oleh media pendingin dan menyebabkan penguapan sebagian air sehingga menurunkan temperatur masuk di kondensor. Laju pembuangan kalor oleh kondensor tanpa EC dengan beban pendinginan 2000 W adalah 4,244 kW, sedangkan dengan penambahan EC pada debit 0,88, 1,04, 1,2 L/min berturut-turut sebesar 4,295 kW, 4,337 kW, 4,429 kW.

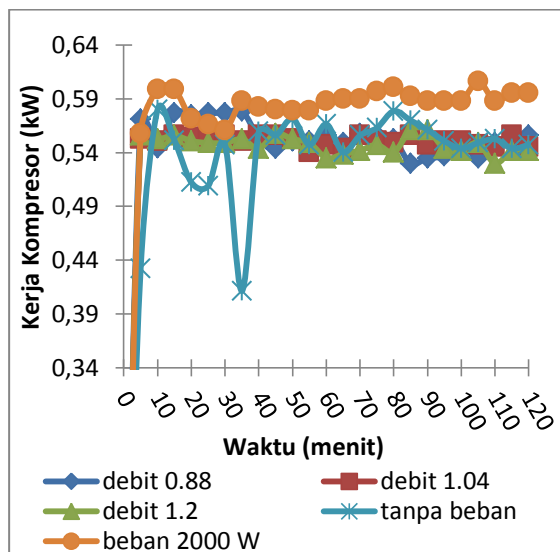


Gambar 5. Grafik Tin Tout Kondensor

3.2 Grafik Kerja Kompresor terhadap waktu

Pada Gambar 6 dapat terlihat kerja kompresor pada pengujian AC Split standar dan AC Split dengan modul EC terhadap waktu. Pengujian pada AC Split standar dilakukan dengan beban pendinginan 2000 W, dan tanpa beban pendinginan. Pada pengujian dengan modul EC menggunakan beban pendinginan sebesar 2000 W dengan debit air menuju media pad sebesar 0,88, 1,04, 1,2 L/min.

Hasil pengujian pada mesin pengkondisian udara standar tanpa menggunakan beban pendingin menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,520048 kW sedangkan yang diberi tambahan beban 2000 W menunjukkan nilai rata-rata kerja kompresor mengalami peningkatan menjadi 0,586186 kW akibat peningkatan temperatur ruang uji. Sedangkan pada mesin pengkondisian udara yang telah ditambahkan modul dengan variasi debit 0,88, 1,04, 1,2 L/min menunjukkan nilai kerja kompresor berturut-turut sebesar 0,554701, 0,551151, 0,547665. Kerja kompresor terendah dihasilkan oleh debit 1,2 L/min.

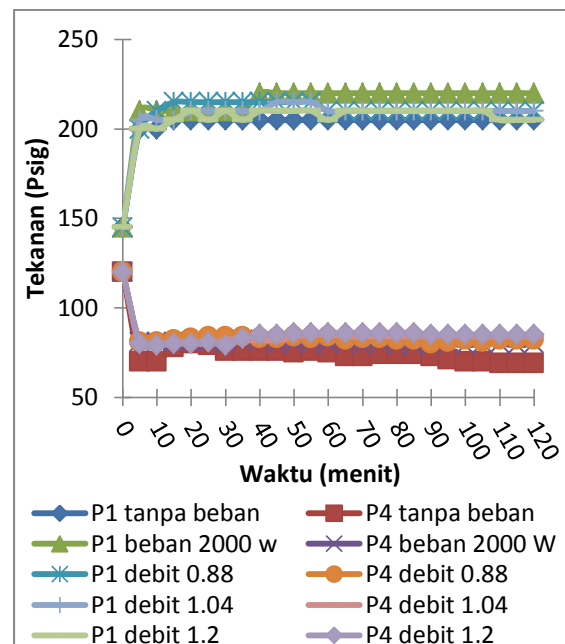


Gambar 6. Kerja Kompresor Terhadap Waktu

3.3 Grafik tekanan kompresor dan evaporator

Pada Gambar 7 dapat terlihat Tekanan kompresor dan evaporator pada pengujian AC Split standar dan AC Split dengan modul EC terhadap waktu. Pengujian pada AC Split standar dilakukan dengan beban pendinginan 2000 W, dan tanpa beban pendinginan. Pada pengujian dengan modul EC menggunakan beban pendinginan sebesar 2000 W dengan debit air menuju media pad sebesar 0,88, 1,04, 1,2 L/min. Tekanan kompresor (P1), dan tekanan evaporator (P4) didapatkan dari pengujian menggunakan *pressure gage*. Dari hasil pengujian pada AC split 1PK standar menunjukkan pada kondisi tanpa beban pendinginan tekanan kompresor rata-rata sebesar 204,583 Psig, dan tekanan evaporator rata-rata sebesar 73,583 Psig, kemudian pada kondisi dengan beban pendinginan sebesar 2000 W tekanan kompresor rata-rata mengalami peningkatan menjadi 217,083 Psig, dan tekanan evaporator rata-rata meningkat menjadi 80,083 Psig. Hasil pengujian dengan penambahan modul EC dengan variasi debit 0,88, 1,04, 1,2 L/min yang diberi beban pendingin sebesar 2000 W. Pada debit 0,88 L/min menunjukkan tekanan kompresor rata-rata sebesar 211,46 Psig, tekanan

masuk evaporator 82,42 Psig. Pada debit 1,04 L/min menunjukkan tekanan kompresor rata-rata sebesar 210 Psig, tekanan masuk evaporator 83 Psig. Pada debit 1,2 L/min menunjukkan tekanan kompresor rata-rata pada 207,7 Psig, tekanan masuk evaporator 84 Psig. Tekanan kompresor dan evaporator pada AC Split 1 PK dengan penambahan modul EC menunjukkan penurunan seiring peningkatan debit air menuju media pad. Penurunan tekanan kompresor dan evaporator disebabkan penurunan temperatur udara pendingin di kondensor setelah melalui media pad.



Gambar 7. Tekanan Kompresor dan Evaporator Terhadap Waktu

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada AC Split 1 PK standar dan AC Split 1 PK dengan modul EC. Maka dapat disimpulkan bahwa pengaplikasian modul EC pada inlet aliran udara ke kondensor menurunkan kerja kompresor seiring dengan peningkatan debit air menuju ke media pad, dimana debit aliran air menuju ke media pad yang memberikan kerja kompresor terendah adalah 1,2 L/min dengan kerja masukan sebesar 0,547665 kW.

Daftar Pustaka

- [1] Alhamdo, Mohammed. H. 2015. "Using Evaporative Cooling Methods For Improving Performance of An Air-Cooled Condensor". Horizon Research Publishing. Iraq.
- [2] Wang. Shan. K, 2000. Handbook of Air conditioning and Refrigeration second edition. Mc Graw-Hill. inc. New York.

- [3] Amer, O, dkk. 2015. *A Review of Evaporative Cooling Technologies*. International journal of environmental science development.
- [4] Jenfrizen. David, dkk. 2015. Pengaruh Laju Aliran Air Sistem Evaporative Cooling Terhadap Temperatur Sistem Mesin Pengkondisian Udara. Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- [5] Vakiloroya. vahid, dkk. 2013. *A review of different strategies for HVAC energy saving*. Elsevier Ltd. Australia.
- [6] Phillip. Rick . 2009. *Using Direct Evaporative + Chilled Water Cooling*. ASHRAE Journal. Denver.